

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-302911

(43)Date of publication of application : 28.10.1994

(51)Int.Cl.

H01S 3/18

(21)Application number : 06-057905

(71)Applicant : AMERICAN TELEPH & TELEGR CO <ATT>

(22)Date of filing : 29.03.1994

(72)Inventor : CHOQUETTE KENT D

(30)Priority

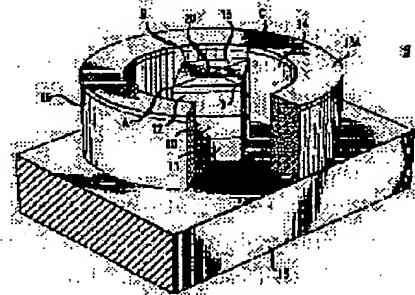
Priority number : 93 37867 Priority date : 29.03.1993 Priority country : US

## (54) SEMICONDUCTOR SURFACE EMISSION LASER HAVING IMPROVED POLARIZATION CONTROL AND LATERAL MODE SELECTIVITY

### (57)Abstract:

PURPOSE: To improve the lateral mode selectivity by constituting gain regions each having a specified aspect ratio in cross section to control the polarizing direction.

CONSTITUTION: At the uppermost metallized contact 15 covering a rhomboid active region ADCD, the diagonal line AC is at least 1.2 times as long as the diagonal line BD. The active region shape is such that the main dimension is selected as the longest line segment passing the center of the active region in a cross section. The long (main dimension) diagonal line AC hence passes the center of the active region and the short (subdimension) diagonal line BD is the longest vertical line. A light generated in the active region is reflected between stacks 11, 12 and part of this light is emitted through a window 20. Owing to this active region shape, thus emitted light has preferentially a low order and is polarized in the main dimension AC direction.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 24.09.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 10.12.2001

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**\*NOTICES \***

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

**[Claim(s)]**

[Claim 1] Laser characterized by being the semi-conductor perpendicular cavity laser of a type including an active region with the configuration of the crossing direction inserted into the lengthwise direction between the reflecting layers of a pair, for the active region which has the configuration of the one aforementioned longitudinal direction as an improving point having the main dimension and the subdimension which intersects perpendicularly, and the aforementioned main dimension exceeding only 1.2 or the multiplier beyond it from the aforementioned subdimension.

[Claim 2] Laser of claim 1 with which the aforementioned active region has a rhomboid configuration, and the aforementioned subdimension is characterized by the aforementioned subdimension meeting the diagonal line of another side by the aforementioned main dimension along with one diagonal line along with one diagonal line.

[Claim 3] Laser of claim 1 characterized by for the aforementioned active region having a rhomboid configuration containing two crossing circles, and the aforementioned countershaft meeting a diameter along with the line of the center to center of the circle of the above [ the aforementioned main dimension ].

[Claim 4] Laser of claim 1 characterized by including the active region of one pair constituted so that a cross-joint configuration might be intersected.

[Claim 5] It is polarization switching semi-conductor perpendicular cavity laser including the semi-conductor active region inserted into the lengthwise direction between the reflecting layers of a pair. It is constituted in the crossing direction so that the aforementioned semi-conductor active region may have the field where plurality crosses. Polarization switching semi-conductor perpendicular cavity laser which each aforementioned field has the one main dimension and one subdimension which intersects perpendicularly, and is characterized by only 1.2 or the multiplier beyond it being large, and having the electrode means by which each aforementioned field is separate from the subdimension of the above [ the aforementioned main dimension ].

[Claim 6] Claims 1, 2, 3, and 4 characterized by containing further the optical diode extended around the aforementioned active region, or 5 laser.

---

**[Translation done.]**

**\* NOTICES \***

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

**[Detailed Description of the Invention]**

**[0001]**

[Industrial Application] This invention relates to semi-conductor perpendicular cavernous laser with semiconductor laser, the polarization control (polarizationcontrol) which improved in the detail more, and transverse-mode (transverse mode) selectivity. Polarization switching laser (polarization switching laser) is also described.

**[0002]**

[Description of the Prior Art] Semiconductor laser is attractive to a wide range application including optical connection of telecommunication, a computing system, an optical recording system, and an integrated circuit. Semiconductor laser offers the compact light source of the coherent homogeneous light which can be modulated in a high bit rate, in order to transmit a lot of information.

[0003] Perpendicular cavity surface luminescence laser (vertical cavity surface emitting laser, VCSEL) is [ as opposed to / especially / the application which requires the laser of a 2-dimensional array ] promising. The end-face luminescence laser (edge emitting laser) which emits light in parallel with the growth flat surface of those substrates is VCSEL objectively. Light is perpendicularly emitted to those substrates. Typical VCSEL The active region across which it faced between the distribution Bragg reflection machine (distributed Bragg reflector) stacks of a pair is included. If a suitable current is poured in through this active region, a laser beam will be perpendicularly emitted to the flat surface of growth.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The conventional VCSEL One difficulty which it has is that the polarization control and selectivity over horizontal light mode are absent. For the end-face luminescence laser with long cavity length (100 to 500 micrometer), and narrow stripe width of face (one to 10 micrometer), VCSEL is typically short cavernous length (200 to 500 nm), and comparatively big crossing \*\*\*\* (it has transverse circular areas (diameter of ten to 20 micrometer).) objectively. The deviation of the light emitted is defined by the anisotropy on typically accidental manufacture, and may change with devices in a certain array. Furthermore, these laser generates a high order transverse-mode optical output in loose output power, and generates a multi-mode output in high power. However, existence of the higher mode introduces a mode competition noise (mode competition noise) in an optical output, and complicates association to an optical fiber. Therefore, the need of receiving perpendicular cavity laser with the polarization control and transverse-mode selectivity which improved exists.

[0005]

[Means for Solving the Problem] By operating a laser gain field orthopedically suitably (shaping), these people controlled the polarization direction of semi-conductor perpendicular cavity laser, and it was proved [ people ] that those transverse-mode selectivity could be improved. The emission which has polarization in the dimension (long dimension) of the longer one in a basic mode can be favorably treated by constituting so that it may have in a detail the aspect ratio (length-to-width ratio) to which the cross section (transverse cross section) of a gain field exceeds 1.2 more (configure). Cruciform structure treats favorably emission with the rectangular polarization in which a switch is possible. this cross-section configuration (transverse shape) carries out dry etching of the specific cavity configuration into refractive-index guide laser (index guided laser) — or it can form by forming the ion transplantation field orthopedically operated around gain guide laser (gain guided laser).

[0006]

[Example] Explanation of a drawing is started and the perspective view of the surface luminescence laser 9 with which the active region was constituted by the rhomboid (diamond) configuration ABCD is shown in drawing 1. In the longitudinal section (longitudinal cross section), laser 9 essentially includes the active region 10 placed among the distribution Bragg reflection machine (distributed Bragg reflector) stacks 11 and 12 of a pair. This structure is manufactured for example, on a semi-conductor substrate 13 like n TAIPUHI-ized gallium. The inside reflector stack 11 consists of periodic sequences of a layer like the layer of aluminium gallium arsenide (aluminum gallium arsenide) and HI-ized aluminum. Preferably, the layer of the inside stack 11 is doped with the impurity same type as a substrate. An active region 10 consists of a barrier layer by which mutual arrangement was carried out, and a quantum well layer, for example, the layer of the aluminium gallium arsenide and gallium arsenide by which mutual arrangement was carried out. As an option, this active region may be GaAs hetero structure. The outside reflector stack 12 consists of periodic layers like for example, p-TAIPUHI-ized aluminium gallium and HI-ized aluminum. Etching (it is illustrated like) removal is carried out, or the surrounding field 14 of a barrier layer 10 is made high resistance by proton import (with no illustration). In order to provide an active region 10 with a current, ohmic contact 15 is made to the outside stack 12, and the second ohmic contact (with no illustration) is made to a substrate 13.

[0007] An active region is constituted so that the direction of polarization may be controlled and the horizontal light mode demanded may be treated favorably. This active region is made into a configuration in which the cross section has the main dimension into which only 1.2 or the multiplier beyond it exceeds the subdimension of a vertical section. Drawing 1 shows the contact 15 of the metallized top which covers the rhomboid active region

ADCD more to a detail. As for the diagonal line AC, only 1.2 or the multiplier beyond it exceeds the diagonal line BD. In order to allow emission of light, opening 20 is offered in contact 15.

[0008] If still stricter description of the configuration as which an active region is required is performed, the main dimension (majordimension) will be chosen as longest line segment in the cross section (transverse cross section) which passes through the core of an active region. A subdimension follows and is the longest line segment perpendicular to this main dimension of this cross section. When applied to the example of drawing 1, the long (the main dimension) diagonal line AC passes through the core of an active region, and the short (subdimension) diagonal line BD is the longest Rhine perpendicular to AC.

[0009] Since [ which shines and offers the detector of business ] the integrated light diode (integral photodiode) 16 with contact 16A was preferably emitted to the longitudinal direction, it is formed so that the perimeter of laser may be surrounded substantially. In order that emission of this longitudinal direction may supervise and control laser to be explained later, the information about an effective threshold and an internal transition rate is offered.

[0010] In actuation, the electrical potential difference applied between substrate contacts in contact 15 generates the current which flows through the rhomboid active region 10 which lies to the contact 15 down side. The light generated in the active region is reflected among stacks 11 and 12, and a part of this light is emitted through a window 20. The light emitted in this way for the configuration of this active region has low order mode in preferential treatment, and is deflected in the direction of the main dimension AC.

[0011] Drawing 2 shows the second example of the surface luminescence laser in which the cross section 17 has the configuration of the "dumbbell (dumbbell)" configuration containing the circle which a pair intersects. Here, the main dimension AC meets Rhine (extended on these peripheries) which connects the core of two circles. As for this, only 1.2 or the multiplier beyond it is larger than the subdimension BD which consists of a diameter of circle. Although this device is substantially manufactured by the same approach with the device explained in connection with drawing 1, points with a cross-section configuration as an active region indicated to be differ. The emission from this device treats the basic TE10 mode favorably.

[0012] Although drawing 3 is the perspective view of polarization switching laser according to this invention which consists of surface luminescence laser, the cross section 18 is 90 here. It has the configuration of the cross-joint form it can be considered that is a rectangle of the crossing pair. Each rectangle has the main dimension (that is, die length AB) only with the multiplier of 1.2 longer than a subdimension (that is, width of face BC). Each rectangle is provided with ohmic contact 15 in the place of each edge of the main dimension.

[0013] In actuation, an electrical potential difference is applied to the rectangle of one of the two or another side by the approach in which a switch is possible. This generates the optical output deflected in accordance with the main dimension of the rectangle in which an electrical potential difference is applied to it. A deviation is 90 by switching an electrical potential difference to the rectangle of another side from rectangle of one of the two. It is switched. The emission from this device has the TE11 superior mode.

[0014] He can understand the structure of this laser, manufacture, and actuation in a detail more by taking the following concrete examples into consideration. In order to grow up a series of layers which constitute the structure of drawing 1 where two or more surface luminescence laser contains the inside reflector stack 11, the quantum well active region 10, and the top reflector stack 12, it grew up on the n doped gallium arsenide 13 using the MBE process.

[0015] The inside reflector stack 11 was manufactured by growing up a stairway distribution Bragg reflection machine with the layer of 29 periods. Each period consists of 515A aluminum.16 Ga.84 As, 99A aluminum.58 Ga.42 As, 604A AlAs, and 99A aluminum.58 Ga.42 As. These AlGaAs(es) layer was doped to the concentration of 3x10<sup>18</sup>cm<sup>-3</sup> with the n-type impurity, for example, silicon.

[0016] The active region grew on the bottom reflector stack 11 by MBE. As a reserve step, the spacer layer of aluminum.16 Ga.84 As grew on the stack 11. Preferably, the thickness of this spacer layer is chosen so that the central antinode of a standing wave may overlap these quantum wells. In this example, this thickness is about 890A. The quantum well field on a spacer layer includes five quantum well walls which consist of a 70A GaAs well layer and the barrier layer of 70A aluminum.16 Ga.84 As. The second 890A aluminum.16Ga84As spacer layer grew on this field. The restricted hetero structure for efficient carrier capture was formed by facing across the active region of a quantum well in these two spacer layers.

[0017] the top reflector stack 12 — the active region of a quantum well — it grew up to be a detail on the top spacer layer of a field 10 more 10 top. For this stack 12, a stack 12 is p although it is similar with the bottom

stack 10. – It is doped and the points which contain some periods rather than a stack 11 so that light may be emitted differ. More, a stack 12 is doped by the detail so that it may increase toward the concentration of  $3 \times 10^{-18} \text{ cm}^{-3}$ , and a front face in near an active region in Be and may become the concentration of  $2 \times 10^{19}$ .

[0018] After growth of an ingredient, the metal contact layers 15 and 16A were applied, and then it was patternized by two or more cross-section configurations (transverse configuration) according to the conventional lift-off process. The conventional circular configuration and drawing 1, and a configuration as shown in 2 and 3 are included in these cross-sections configuration. A desirable contact layer is the film of 200nm thickness of Au/Ti/AuBe.

[0019] After the configuration (configuration) of contact, it is SiO<sub>2</sub>. Since a layer deposited to about 3000Å thickness and covered the laser window 20 (and 18 of a cruciform device) by plasma promotion chemical vacuum deposition, it was patternized. This structure is SiCl<sub>4</sub> in order to penetrate an outer layer (epilayers) next and to etch by about 7.0-micrometer Fukashi. 160 mW/cm [in / it is used and / the pressure of  $5 \times 10^{-3} \text{ Torr}$ , and 13.56MHz] Dry etching was carried out by reactive ion etching by radio frequency power. the cross sectional area of the gain field to each laser structure, i.e., circular, rhomboid, and cruciform structure — about 320 — micrometer<sup>2</sup> it was . This process forms the monolithic light diode 16 in formation and the coincidence target of laser conveniently.

[0020] The sample was carried in the copper block with indium solder. The shaft-orientations emission from the top field was measured under cw excitation. Natural longitudinal direction emission was measured from the photocurrent of the optical diode surrounded to coincidence.

[0021] Drawing 4 , and 5, 6 and 7 are drawings in which the optical reinforcement of the conventional circular configuration laser, the shaft orientations as a function of a drive current [ respectively as opposed to drawing 1 and the device of 2 and 3 ], and a longitudinal direction is shown. (Although it does not have the electrode with which plurality was separated as a cruciform device is shown in drawing 3 , it has a single electrode with the hole for light emission similar to drawing 1 and 2) . Substrate temperature was 180 degrees K. Since each device has the photodetector of itself, a perpendicular scale cannot be compared directly.

[0022] For example, the laser threshold current  $I_{th}$  is discriminable from change of the inclination of the photocurrent of a longitudinal direction detector so that drawing 4 may show. This is identified by the vertical lines of a dotted line. This longitudinal direction photocurrent also shows an internal transition rate again. Shaft-orientations radiation of circular laser (drawing 4) is noticed about a very big noise being shown as compared with drawing 1 and the laser of 2 and 3. This noise reduction is based on drawing 1 and the transverse-mode selectivity with which the structure of 2 and 3 was strengthened.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

### [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the abbreviation perspective view of surface luminescence laser.

[Drawing 2] It is one alternative example of surface luminescence laser.

[Drawing 3] It is polarization switching laser.

[Drawing 4] It is the drawing in which the relation between the shaft orientations and longitudinal direction light reinforcement to various surface luminescence laser which the active region of various cross-section configurations has, and a drive current is shown.

[Drawing 5] It is the drawing in which the relation between the shaft orientations and longitudinal direction light reinforcement to various surface luminescence laser which the active region of various cross-section

configurations has, and a drive current is shown.

[Drawing 6] It is the drawing in which the relation between the shaft orientations and longitudinal direction light reinforcement to various surface luminescence laser which the active region of various cross-section configurations has, and a drive current is shown.

[Drawing 7] It is the drawing in which the relation between the shaft orientations and longitudinal direction light reinforcement to various surface luminescence laser which the active region of various cross-section configurations has, and a drive current is shown.

[Description of Notations]

9 Surface Luminescence Laser

10 Active Region

11 12 Stack

13 Substrate

14 Surrounding Field

15 Ohmic Contact

16 Integrated Light Diode

16A Contact

20 Opening

---

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-302911

(43)公開日 平成6年(1994)10月28日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

識別記号 庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 01 S 3/18

審査請求 未請求 発明の数 6 OL (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平6-57905

(71)出願人 390035493

アメリカン テレフォン アンド テレグラフ カムパニー

AMERICAN TELEPHONE  
AND TELEGRAPH COMPANY

アメリカ合衆国 10013-2412 ニューヨーク ニューヨーク アヴェニュー オブジ アメリカズ 32

(22)出願日 平成6年(1994)3月29日

(72)発明者 ケント デニス チオクエット

アメリカ合衆国 87120 ニュー メキシコ, アルブクーアーク, ガヴィオタ エヌダブリュ 5131

(31)優先権主張番号 037867

(32)優先日 1993年3月29日

(33)優先権主張国 米国(US)

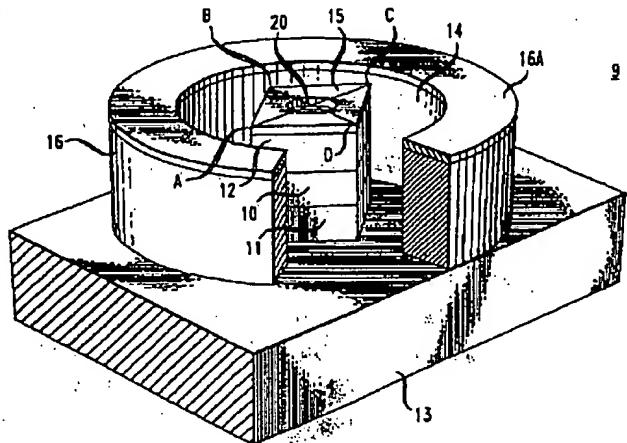
(74)代理人 弁理士 岡部 正夫 (外2名)

(54)【発明の名称】 向上された偏光制御及び横モード選択性を持つ半導体表面発光レーザ

(57)【要約】

【目的】本出願人はレーザ利得領域を適当に整形(shaping)することによって、半導体垂直空洞レーザの偏向方向を制御し、それらの横モード選択性を向上できることを実証した。

【構成】より詳細には、利得領域の横断面(transverse cross section)を1.2を超える縦横比(length-to-width ratio)を持つように構成(configure)することによって、基本モードにおいて長い方の次元(long dimension)内に偏向を持つ放出を優遇することができる。十字形構造はスイッチ可能な直交偏向を持つ放出を優遇する。この横断面形状(transverse shape)は屈折率ガイドレーザ(index guided laser)内に特定の空洞形状を乾式エッチングすることによって、或は利得ガイドレーザ(gain guided laser)の回りに整形されたイオン移植領域を形成することによって構成(configure)することができる。



(2)

2

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ペアの反射層間に縦方向に挟まれた横断方向の構成を持つ活性領域を含むタイプの半導体垂直空洞レーザであって、改良点として、前記の一つの横方向の構成を持つ活性領域が主次元及び直交する副次元を持ち、前記の主次元が前記の副次元より1. 2或はそれ以上の係数だけ上回ることを特徴とするレーザ。

【請求項2】 前記の活性領域が偏菱形形状を持ち、前記の主次元が一方の対角線に沿い及び前記の副次元が一方の対角線に沿い及び前記の副次元が他方の対角線に沿うことを特徴とする請求項1のレーザ。

【請求項3】 前記の活性領域が二つの交差する円を含む偏菱形形状を持ち、前記の主次元が前記の円の中心間の線に沿い、前記の副軸が直径に沿うことを特徴とする請求項1のレーザ。

【請求項4】 十字形状に交差するように構成された一つのペアの活性領域が含まれることを特徴とする請求項1のレーザ。

【請求項5】 ペアの反射層の間に縦方向に挟まれた半導体活性領域を含む偏光スイッチング半導体垂直空洞レーザであって、前記の半導体活性領域が複数の交差する領域を持つように横断方向に構成され、前記の各領域が一つの主次元及び一つの直交する副次元を持ち、前記の主次元が前記の副次元より1. 2或はそれ以上の係数だけ大きく、前記の各領域が別個の電極手段を持つことを特徴とする偏光スイッチング半導体垂直空洞レーザ。

【請求項6】 前記の活性領域の周辺に伸びる光ダイオードがさらに含まれることを特徴とする請求項1、2、3、4或は5のレーザ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0.0.1】

【産業上の利用分野】 本発明は、半導体レーザ、より詳細には、向上された偏光制御 (polarization control) 及び横モード (transverse mode) 選択性を持つ半導体垂直空洞レーザに関する。偏光スイッチングレーザ (polarization switching laser) についても述べられる。

## 【0.0.2】

【従来の技術】 半導体レーザは、電気通信、計算システム、光記録システム及び集積回路の光接続を含む広範囲の用途に対して魅力的である。半導体レーザは多量の情報を伝送するために高ビット速度にて変調することができるコヒーレントな単色光のコンパクトな光源を提供する。

【0.0.3】 垂直空洞表面発光レーザ (vertical cavity surface emitting laser, VCSEL) は、二次元アレイのレーザを要求する応用に対して特に有望である。それらの基板の成長平面に平行に光を放出する端面発光レーザ (edge emitting laser) とは対象的に、VCSEL はそれらの基板に対して垂直に光を放出する。典型的なVCSEL はペアの分布ブレグ反応器 (distributed Bragg reflector

reflector) スタック間に挟まれた活性領域を含む。この活性領域を通じて適当な電流が注入されると、レーザ光が成長の平面に対して垂直に放出される。

## 【0.0.4】

【発明が解決しようとする課題】 従来のVCSEL が持つ一つの難点は横光モードに対する偏光制御及び選択性が不在であることである。長い空洞長 (100–500 μm) 及び狭いストライプ幅 (1–10 μm) を持つ端面発光レーザとは対象的に、VCSEL は典型的には短い空洞長 (200–500 nm) 及び比較的大きな横断円面 (transverse circular areas (10–20 μmの直径) を持つ。放出される光の偏向は典型的には偶発的な製造上の異方性によって定義され、あるアレイ内においてさえもデバイスによって異なる場合がある。さらに、これらレーザは緩やかな出力パワーにおいては高次の横モード光出力を生成し、高パワーにおいては多モード出力を生成する。然しながら、高次モードの存在は光出力内にモード競合ノイズ (mode competition noise) を導入し、光ファイバへの結合を複雑化する。従って、向上された偏光制御及び横モード選択性を持つ垂直空洞レーザに対する必要性が存在する。

## 【0.0.5】

【課題を解決するための手段】 本出願人はレーザ利得領域を適切に整形 (shaping) することによって、半導体垂直空洞レーザの偏光方向を制御し、それらの横モード選択性を向上できることを実証した。より詳細には、利得領域の横断面 (transverse cross section) が1. 2を超える縦横比 (length-to-width ratio) を持つよう構成 (configure) することによって、基本モードにおいて長い方の次元 (long dimension) 内に偏光を持つ放出を優遇することができる。十字形構造はスイッチ可能な直交偏光を持つ放出を優遇する。この横断面形状 (transverse shape) は屈折率ガイドレーザ (index guided laser) 内に特定の空洞形状を乾式エッティングすることによって、或は利得ガイドレーザ (gain guided laser) の回りに整形されたイオン移植領域を形成することによって形成することができる。

## 【0.0.6】

【実施例】 図面の説明に入り、図1にはその活性領域が偏菱形 (ダイヤモンド) 形状 A B C D に構成された表面発光レーザ 9 の斜視図が示される。縦断面 (longitudinal cross section) 内には、レーザ 9 は本質的にはペアの分布ブレグ反応器 (distributed Bragg reflector) スタック 1 1 及び 1 2 の間に置かれた活性領域 1 0 を含む。この構造は、例えば、n タイプヒ化ガリウムのような半導体基板 1 3 上に製造される。内側反応器スタック 1 1 は、例えば、ヒ化アルミニウムガリウム (alumina gallium arsenide) とヒ化アルミニウムの層のような層の周期シーケンスから構成される。好ましくは、内側スタック 1 1 の層は基板と同一タイプの不純物にて

ドープされる。活性領域 10 は、交互配置された障壁層及び量子井戸層、例えば、交互配置されたヒ化アルミニウムガリウムとヒ化ガリウムの層から構成される。別 の方法として、この活性領域は GaAs ヘテロ構造であつても良い。外側反射器スタック 12 は、例えば、p- タイプヒ化アルミニウムガリウム及びヒ化アルミニウムのような周期層から構成される。活性層 10 の周辺の領域 14 は（図示されるように）エッチング除去されるか、或はプロトン移入によって高抵抗性にされる（図示なし）。活性領域 10 に電流を提供するためにオーミックコンタクト 15 が外側スタック 12 に対して作られ、第二のオーミックコンタクト（図示なし）が基板 13 に対して作られる。

【0007】活性領域は偏光の方向を制御し、また要求される横光モードを優遇するように構成される。この活性領域は、横断面が垂直断面の副次元を 1.2 或はそれ以上の係数だけ超える主次元を持つような形状にされる。より詳細には、図 1 は偏菱形活性領域 A D C D をカバーする金属化された最も上のコンタクト 15 を示す。対角線 AC は対角線 BD を 1.2 或はそれ以上の係数だけ上回る。光の放出を許すためにコンタクト 15 内に開口 20 が提供される。

【0008】活性領域の要求される形状の一層厳密な記述を行なうならば、主次元 (majordimension) が活性領域の中心を通過する横断面 (transverse cross section) 内の最も長い線セグメントとして選択される。副次元は、従って、この横断面のこの主次元に垂直な最も長い線セグメントである。図 1 の実施例に適用された場合は、長い（主次元）対角線 AC は活性領域の中心を通過し、短い（副次元）対角線 BD は AC に垂直の最も長いラインである。

【0009】好ましくは、コンタクト 16A を持つ積分光ダイオード (integral photodiode) 16 が横方向に放出された光り用の検出器を提供するためにレーザの周囲を実質的に包囲するように形成される。後に説明されるように、この横方向の放出はレーザを監視及び制御するために有効なしきい値及び内部遷移速度に関する情報を提供する。

【0010】動作において、コンタクト 15 と基板コンタクトとの間に加えられた電圧は、コンタクト 15 の下側に横たわる偏菱形活性領域 10 を通つて流れる電流を生成する。活性領域内において生成された光はスタック 11 と 12 との間で反射され、この光の一部分がウインドウ 20 を通じて放出される。この活性領域の形状のために、こうして放出される光は、優遇的に低オーダモードを持ち、主次元 AC の方向に偏向される。

【0011】図 2 は横断面 17 がペアの交差する円を含む“亜鉛 (dumbbell)” 形状の構成を持つ表面発光レーザの第二の実施例を示す。ここでは、主次元 AC は二つの円の中心を接続する（これらの円周に伸びる）ライン

に沿う。これは、円の直径から成る副次元 BD より 1.2 或はそれ以上の係数だけ大きい。このデバイスは図 1 との関連で説明されたデバイスと実質的に同一の方法にて製造されるが、活性領域が示されるような横断面構成を持つ点が異なる。このデバイスからの放出は基本 TE 10 モードを優遇する。

【0012】図 3 は表面発光レーザから成る本発明に従う偏光スイッチングレーザの斜視図であるが、ここでは、横断面 18 は 90° にて交差するペアの長方形であると考えることができる十字形の構成を持つ。個々の長方形は副次元（つまり、幅 BC）より 1.2 の係数だけ長い主次元（つまり、長さ AB）を持つ。各長方形には主次元の各端の所にオーミックコンタクト 15 が提供される。

【0013】動作においては、電圧が片方或は他方の長方形にスイッチ可能な方法にて加えられる。これはそれに電圧が加えられる長方形の主次元に沿つて偏向される光出力を生成する。片方の長方形から他方の長方形に電圧をスイッチすることによって偏向が 90° スイッチされる。このデバイスからの放出は TE 11 モードが優勢である。

【0014】このレーザの構造、製造及び動作は以下の具体的な例を考慮することによってより詳細に理解することができる。複数の表面発光レーザが内側反射器スタック 11、量子井戸活性領域 10、及び上側反射器スタック 12 を含む図 1 の構造を構成する一連の層を成長するために MBE プロセスを使用して n ドープされたヒ化ガリウム 13 上に成長された。

【0015】内側反射器スタック 11 は 2.9 周期の層を持つ階段分布プラグ反射器を成長させることによって製造された。各周期は、515 Å の Al<sub>1.16</sub>Ga<sub>.84</sub>As、99 Å の Al<sub>1.58</sub>Ga<sub>.42</sub>As、604 Å の AlAs、及び 99 Å の Al<sub>1.58</sub>Ga<sub>.42</sub>As から成る。これら AlGaAs 層は n- タイプの不純物、例えば、シリコンにて  $3 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$  の濃度までドープされた。

【0016】活性領域が MBE によって下側反射器スタック 11 上に成長された。予備ステップとして、Al<sub>1.16</sub>Ga<sub>.84</sub>As のスペーサ層がスタック 11 上に成長された。このスペーサ層の厚さは、好ましくは、定在波の中央腹がこれら量子井戸と重複するように選択される。この例においては、この厚さは約 890 Å である。スペーサ層上の量子井戸領域は 70 Å の GaAs 井戸層及び 70 Å の Al<sub>1.16</sub>Ga<sub>.84</sub>As の障壁層から成る 5 つの量子井戸壁を含む。第二の 890 Å の Al<sub>1.16</sub>Ga<sub>.84</sub>As スペーサ層がこの領域上に成長された。これら 2 つのスペーサ層にて量子井戸の活性領域を挟むことによって効率的なキャリア捕獲のための拘束ヘテロ構造が形成された。

【0017】上側反射器スタック 12 が量子井戸の活性領域 10 上、より詳細には、領域 10 の上側スペーサ層

(4)

5

上に成長された。このスタック 1 2 は下側スタック 1 0 と類似するが、スタック 1 2 が p-ドープされ、光が放出されるようにスタック 1 1 よりも少しの周期を含む点が異なる。より詳細には、スタック 1 2 は B e にて活性領域付近においては  $3 \times 10^{-18} \text{ cm}^{-3}$  の濃度に、そして表面に向かって増加し  $2 \times 10^{19}$  の濃度になるようにドープされる。

【0018】材料の成長の後に、金属コンタクト層 1 5 及び 1 6 A が塗布され、次に従来のリフトオフプロセスによって複数の横断面構成 (transverse configuration) にパターン化された。これら横断面構成には、従来の円形構成及び図 1、2 及び 3 に示されるような構成が含まれる。好ましいコンタクト層は Au/Ti/AuBe の 200 nm 厚の膜である。

【0019】コンタクトの構成 (configuration) の後に、 $\text{SiO}_2$  の層がプラズマ促進化学蒸着によって約 3000 Å の厚まで堆積され、レーザウインドウ 2 0 (及び十字形デバイスの 1 8) をカバーするためにパターン化された。この構造は次に外層 (epilayers) を貫通して約  $7.0 \mu\text{m}$  の深さまでエッチングするために SiC 1 4 を使用して  $5 \times 10^{-3} \text{ Torr}$  の圧力及び 13.56 MHz における  $160 \text{ mW/cm}^2$  の無線周波数パワーによる反応性イオンエッティングによって乾式エッティングされた。各レーザ構造、つまり、円形、偏菱形及び十字形構造に対する利得領域の横断面積は約  $320 \mu\text{m}^2$  であった。このプロセスは、便利に、モノリシック光ダイオード 1 6 をレーザの形成と同時的に形成する。

【0020】サンプルがインジウム半田にて銅ブロックに搭載された。cw 励起下において最も上の面からの軸方向放出が測定された。同時に、包囲する光ダイオードの光電流から自然的な横方向放出が測定された。

【0021】図 4、5、6 及び 7 は従来の円形の構成レーザとそれぞれ図 1、2 及び 3 のデバイスに対するドライブ電流の関数としての軸方向及び横方向の光強度を示す図面である。(十字形デバイスは図 3 に示されるように複数の分離された電極は持たないが、但し、図 1 及び 2 に類似する光放出のための穴を持つ単一の電極を持

つ)。基板温度は 180 K であった。各デバイスはそれ自体の光検出器を持つために、垂直スケールは直接に比較できるものではない。

【0022】例えば、図 4 から分かるように、レーザ新しい値電流  $I_{th}$  は横方向検出器の光電流の傾斜の変化から識別することができる。これは点線の垂直ラインによって識別される。この横方向光電流はまた内部遷移速度も示す。円形レーザ (図 4) の軸方向放射は図 1、2 及び 3 のレーザと比較して非常に大きなノイズを示すことに注意する。このノイズ低減は図 1、2 及び 3 の構造の強化された横モード選択性による。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】表面発光レーザの略斜視図である。

【図 2】表面発光レーザの一つの代替実施例である。

【図 3】偏光スイッチングレーザである。

【図 4】様々な横断面形状の活性領域の持つ様々な表面発光レーザに対する軸方向及び横方向光強度とドライブ電流との関係を示す図面である。

【図 5】様々な横断面形状の活性領域の持つ様々な表面発光レーザに対する軸方向及び横方向光強度とドライブ電流との関係を示す図面である。

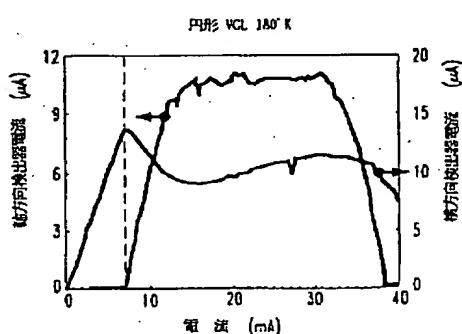
【図 6】様々な横断面形状の活性領域の持つ様々な表面発光レーザに対する軸方向及び横方向光強度とドライブ電流との関係を示す図面である。

【図 7】様々な横断面形状の活性領域の持つ様々な表面発光レーザに対する軸方向及び横方向光強度とドライブ電流との関係を示す図面である。

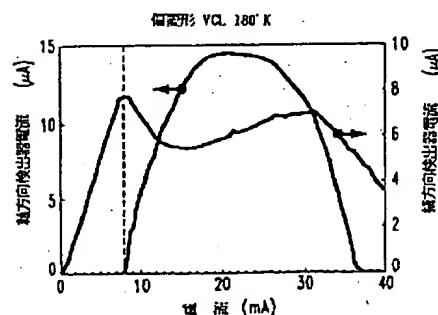
#### 【符号の説明】

9	表面発光レーザ
10	活性領域
11、12	スタック
13	基板
14	周辺の領域
15	オーミックコンタクト
16	積分光ダイオード
16A	コンタクト
20	開口

【図 4】

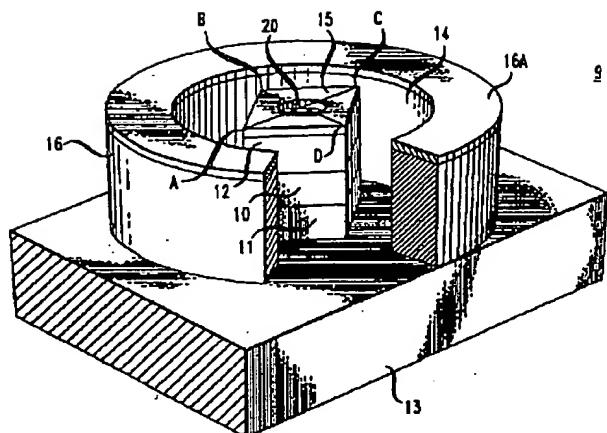


【図 5】

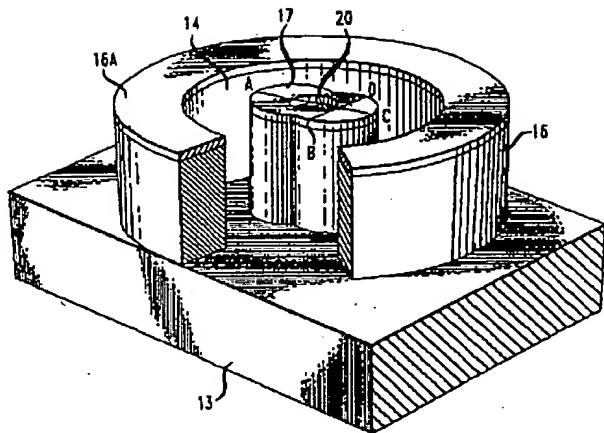


(5)

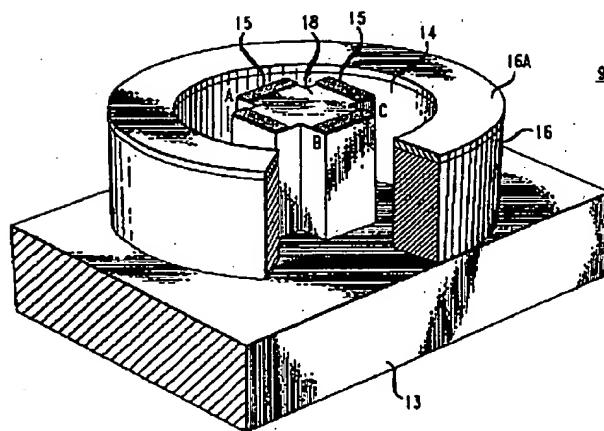
【図 1】



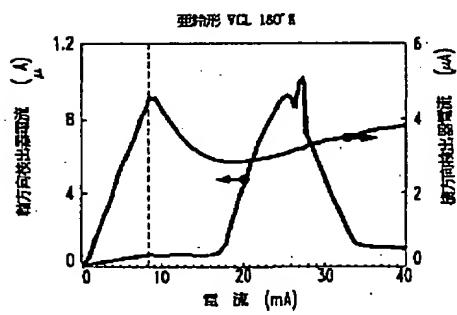
【図 2】



【図 3】



【図 6】



【図 7】

